

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 197 51 711 A 1

(51) Int. Cl. 6:

C 03 C 17/36

C 23 C 28/00

C 23 C 14/34

DE 197 51 711 A 1

(71) Anmelder:

Leybold Systems GmbH, 63450 Hanau, DE

(74) Vertreter:

Schickedanz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 63073  
Offenbach

(72) Erfinder:

Lotz, Hans-Georg, Dr.rer.net. Dipl.-Phys., 63584  
Gründau, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 48 430 C1  
DE 28 36 943 B2  
DE 195 20 843 A1  
DE 44 23 891 A1  
DE 29 12 943 A1  
DD 2 26 018 A1  
GB 21 26 256 A  
US 49 96 105  
US 43 79 040

SCHILLER,Siegfried, u.a.: Flachgasbeschichtung  
durch Hochrate-Sputtern. In: Silikatechnik 39,  
1988, H.4, S.139,140;  
DIMAlon, et.al.: Influence Of The Silver Layer  
On The Optical Properties Of The TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>  
Multilayer. In: Thin Solid Films, 200, 1991,  
S.11-18;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Beschichtung

DE 197 51 711 A 1

# DE 197 51 711 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beschichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- Moderne Isolierglas-Fensterscheiben sollen einen möglichst kleinen k-Wert bei gleichzeitig hoher Transmission im sichtbaren Bereich besitzen. Unter k-Wert wird hierbei der Wärmedurchgangskoeffizient oder die Wärmedurchgangszahl verstanden, welche die Wärmeübertragung zwischen zwei Fluiden, die durch ein Fenster voneinander getrennt sind, definiert. Es gilt  $d\Phi = k (\delta_a - \delta_b) dA$ , worin  $\Phi$  den durch die Fläche tretenden Wärmestrom darstellt und  $\delta_a$  bzw.  $\delta_b$  zweckmäßig definierte Temperaturen der beiden Fluide sind. Die SI-Einheit von  $k$  ist  $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ , so daß die Wärmedurchgangszahl zahlenmäßig gleich der Wärmemenge  $Q$  in Joule ist, die im stationären Zustand je Sekunde durch  $1 \text{ m}^2$  des Fensters übertragen wird, wenn zwischen den beiderseits angrenzenden Fluiden ein Temperaturunterschied von  $1^\circ \text{ Kelvin}$  besteht. Der Zahlenwert von  $k$ , d. h. der k-Wert, gilt jeweils nur für eine bestimmte Fensterstärke. Der k-Wert eines Fensters wird durch eine Reihe von Parametern beeinflußt, beispielsweise durch den Aufbau der Verglasung, d. h. durch die Verwendung von Einfach-, Doppel- oder Dreifachverglasung, durch den Abstand und die Dicke der Gläser, durch die (Gas-)Füllung zwischen den Gläsern, durch die Beschichtung der Gläser und durch die Fensterrahmung.
- Um einen niedrigen k-Wert bei gleichzeitig hoher Transmission zu erreichen, ist es bekannt, auf Isolierglas-Fensterscheiben Schichtsysteme folgenden Aufbaus vorzusehen:

Glas/Metallocid/Blocker/Metall/Blocker/Metallocid/Luft.

Die mittlere Metallschicht, die in der Regel aus einer dünnen Silberschicht besteht, dient hierbei zur Wärmereflection.

- Im Gegensatz zu anderen Metallen hat Silber bei guter Wärmereflection im Infraroten eine hohe Transparenz im sichtbaren Bereich des Spektrums.

Die Metallocidschichten haben die Aufgabe, das Metall vor Korrosion und mechanischer Beschädigung zu schützen und gleichzeitig die optischen Eigenschaften im sichtbaren Bereich zu verbessern. Zwischen dem Metall, vorzugsweise Silber, und den Metallocidschichten befinden sich meist dünne Blockerschichten, welche die Silberschicht vor Oxidation schützen und die elektrische Leitfähigkeit verbessern. Diese dünnen Blockerschichten haben nur geringen Einfluß auf die optischen Eigenschaften von low-e-Schichten, d. h. von Schichten mit geringem Emissionsvermögen (low emission). Nachteilig ist bei den bekannten Schichten, daß der Reflexionsgrad für viele praktische Anwendungen zu hoch und der Transmissionsgrad zu niedrig ist.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, Beschichtungen mit geringem Emissionsvermögen für Scheiben, insbesondere Fensterscheiben, zu schaffen, deren Reflexion vermindert bzw. deren Transmission erhöht ist.

- 30 Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß die Transmission von Fensterscheiben, die mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung versehen sind, im sichtbaren Bereich wesentlich erhöht wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

35 Fig. 1 den Reflexionsgrad einer bekannten Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 2 den Transmissionsgrad der Beschichtung gemäß Fig. 1 in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 3 den Reflexionsgrad einer ersten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 4 den Transmissionsgrad der ersten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

40 Fig. 5 den Reflexionsgrad einer zweiten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 6 den Transmissionsgrad der zweiten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 7 den Reflexionsgrad einer dritten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

45 Fig. 8 den Transmissionsgrad der dritten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 9 den Reflexionsgrad einer vierten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 10 den Transmissionsgrad der vierten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

50 Fig. 11 den Reflexionsgrad einer fünften erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 12 den Transmissionsgrad der fünften erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 13 den Reflexionsgrad einer sechsten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

55 Fig. 14 den Transmissionsgrad der sechsten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 15 den Reflexionsgrad einer siebten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 800 nm;

60 Fig. 16 den Reflexionsgrad der siebten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 2400 nm;

Fig. 17 den Transmissionsgrad der siebten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

65 Fig. 18 den Transmissionsgrad einer achten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 19 den Reflexionsgrad der achten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 2400 nm;

Fig. 20 den Reflexionsgrad der achten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge

# DE 197 51 711 A 1

im Bereich 400 bis 800 nm;

Fig. 21 den Reflexionsgrad einer neunten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 2400 nm;

Fig. 22 den Transmissionsgrad der neunten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 23 den Reflexionsgrad der neunten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 800 nm;

Fig. 24 den Transmissionsgrad einer zehnten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge;

Fig. 25 den Reflexionsgrad der zehnten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 2400 nm; 10

Fig. 26 den Reflexionsgrad der zehnten erfindungsgemäßen Beschichtung in Abhängigkeit von der Licht-Wellenlänge im Bereich 400 bis 800 nm.

Alle nachfolgend beschriebenen Schichtsysteme sind ohne Blockerschichten beschrieben, weil die sehr dünnen Blockerschichten praktisch keine optische Wirkung aufweisen.

In der Fig. 1 ist der Reflexionsgrad in % einer bekannten Schichtfolge von Glas/SnO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>/Luft dargestellt. Die Dicken der einzelnen Schichten betragen hierbei

- 43 nm SnO<sub>2</sub> (SnO<sub>2</sub>-Schicht auf Glas)
  - 10 nm Ag (Silberschicht auf SnO<sub>2</sub>)
  - 52 nm SnO<sub>2</sub> (SnO<sub>2</sub>-Schicht auf Silber).
- 20

Man ersieht aus diesen Figuren, daß im sichtbaren Bereich der Licht-Wellenlängen, der sich etwa von 400 nm bis 700 nm erstreckt, relativ wenig Licht reflektiert wird. Dagegen wird im langwelligen sichtbaren Bereich bzw. im Infrarotbereich relativ viel Licht reflektiert.

Aus der Transmissionskurve der Fig. 2 erkennt man, daß die bekannte Schichtfolge zwischen etwa 80% und 95% des sichtbaren Lichts durchläßt und nur etwa 50% – im Mittel – des Infrarotlichts zwischen 800 und 2400 nm.

Nachteilig ist bei dieser bekannten Schichtfolge indessen, daß noch immer 5% bis 10% des sichtbaren Lichts nicht durchgelassen werden.

Verwendet man statt SnO<sub>2</sub> das einen wesentlich höheren Brechungsindex aufweisende TiO<sub>2</sub>, so lassen sich die optischen Eigenschaften merklich verbessern.

Dies ist aus Fig. 3 ersichtlich, wo eine Schichtfolge Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/Luft verwendet wird. Die Schichtdicken des TiO<sub>2</sub> und des Ag betragen hierbei

- 36 nm TiO<sub>2</sub>
  - 10 nm Ag
  - 34 nm TiO<sub>2</sub>.
- 35

Im sichtbaren Bereich um 450 nm und im roten Bereich um 750 nm ist die Reflexion sehr gering. Allerdings liegt sie im Bereich 550 nm relativ hoch. Die Reflexion der Infrarotstrahlen im Bereich von etwa 1000 nm bis 2400 nm ist vergleichbar der Reflexion der bekannten SnO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>-Schichtfolge gemäß Fig. 1.

Bei der Transmissionskurve gemäß Fig. 4 erkennt man, daß diese im sichtbaren Bereich gleichmäßiger ist als die gemäß Fig. 2.

In der Fig. 5 ist der Reflexionsgrad einer zweiten Schichtfolge Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>/Luft dargestellt, bei welcher Metall zwischen einer TiO<sub>2</sub>- und einer SnO<sub>2</sub>-Schicht liegt. Die Schichtdicken sind hierbei folgende:

- 36 nm TiO<sub>2</sub>
  - 10 nm Ag
  - 44 nm SnO<sub>2</sub>.
- 45

Es wird also die äußere TiO<sub>2</sub>-Schicht durch eine SnO<sub>2</sub>-Schicht ersetzt. Wie man aus Fig. 5 erkennt, liegt die mittlere Reflexion der Schichtfolge im sichtbaren Bereich bei nur etwa 3%. Die korrespondierende Transmissionskurve in Fig. 6 bestätigt dieses positive Ergebnis.

In der Fig. 7 ist der Reflexionsgrad einer Schichtfolge Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Luft dargestellt. Die Schichtdicken betragen hierbei

- 27 nm TiO<sub>2</sub>
  - 10 nm Ag
  - 47 nm SnO<sub>2</sub>
  - 16 nm SiO<sub>2</sub>.
- 55

Wie man aus der Fig. 7 erkennt, weist diese Schichtfolge im sichtbaren Bereich nur noch eine kaum mehr meßbare Reflexion auf.

Die Transmission dieser Schichtfolge ist in Fig. 8 dargestellt. Im sichtbaren Bereich beträgt sie 97% und mehr.

In der Fig. 9 ist der Reflexionsgrad einer weiteren Schichtfolge aus Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> dargestellt. Die Schichtdicken betragen hierbei

- 30 nm TiO<sub>2</sub>
- 60

# DE 197 51 711 A 1

- 15 nm Ag
- 27 nm TiO<sub>2</sub>
- 16 nm SiO<sub>2</sub>.

5 Durch Entspiegelung erhält man eine Reflexion, die im Mittel im sichtbaren Bereich nur noch ca. 0,5% beträgt. Die sehr gute Entspiegelungswirkung hat, wie man aus Fig. 10 erkennt, eine erhöhte Transmission im sichtbaren Licht-Wellenlängenbereich zur Folge. Man kann daher die Dicke der Silberschicht erhöhen, um ein besseres Wärmereflektionsvermögen zu erzielen.

10 Eine weitere Verbesserung der optischen Eigenschaften ergibt sich bei optimierten Doppel- und Dreifach-Silberschichten, deren Reflexions- bzw. Transmissionskurven in den nachfolgend beschriebenen Fig. 11 bis 14 dargestellt sind.

In der Fig. 11 ist der Reflexionsgrad einer Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/Ag/SnO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Luft-Beschichtung dargestellt. Die Schichtdicken sind hierbei im einzelnen folgende:

- 28 nm TiO<sub>2</sub>
- 15 - 10 nm Ag
- 59 nm TiO<sub>2</sub>
- 10 nm Ag
- 43 nm SnO<sub>2</sub>
- 12 nm SiO<sub>2</sub>.

20 Aus der Fig. 11 erkennt man, daß so gut wie kein Licht im sichtbaren Bereich reflektiert wird, während im Infrarotbereich die Reflexion zwischen etwa 60% und 90% liegt.

Die korrespondierende Transmissionskurve gemäß Fig. 12 zeigt, daß praktisch über dem gesamten sichtbaren Bereich 95% und mehr Licht durchgelassen wird.

25 Die Fig. 13 zeigt eine weitere Reflexionskurve, und zwar für die Schichtfolge Glas/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/Ag/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Luft, wobei die einzelnen Schichtdicken folgende sind:

- 34 nm TiO<sub>2</sub>
- 10 nm Ag
- 30 - 62 nm TiO<sub>2</sub>
- 10 nm Ag
- 56 nm TiO<sub>2</sub>
- 10 nm Ag
- 15 nm TiO<sub>2</sub>
- 35 - 64 nm SiO<sub>2</sub>.

Es sind also drei Silberschichten vorgesehen, deren Gesamtdicke 30 nm beträgt. Gegenüber der Reflexionskurve gemäß Fig. 11 ist hierbei die Reflexion im Bereich 900 nm bis 2000 nm noch einmal erheblich angehoben.

Aus der Fig. 14 erkennt man, daß die Transmission im Bereich von 1600 nm bis 2400 nm praktisch Null ist und im Bereich 900 nm bis 1600 nm unter 10% liegt.

Die vorstehenden Beispiele zeigen, daß sich mit Hilfe von Entspiegelungsschichten die Eigenschaften der bekannten low-e-Schichten mit niedrigem Emissionsvermögen erheblich verbessern lassen. Durch die stark reduzierte Reflexion erhöht sich die Transmission und damit der solare Gewinn. Außerdem treten farbliche Reflexionen wesentlich schwächer in Erscheinung. Unter "low-e-Schichten" werden "low emissivity"-Schichten verstanden (vgl. hierzu T. E. Johnson:

45 Low-E Glazing Design Guide, Verlag Butterworth Architecture, Boston, London, Oxford, Singapur, Wellington).

Anwendungsgebiete für entspiegelte Schichten mit geringerer Emissivität sind Isoliergläser im Schaufenster- und Ausstellungsbereich. Durch die Kombination von entspiegelten Schichten mit geringer Emissivität in der dritten Schichtposition mit einer "normalen" Entspiegelungsschicht in der zweiten Schichtposition – beispielsweise auf TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>-Basis – kann man die Wärmereflektionseigenschaft mit einer verbesserten Durchsicht verbinden. Doppelbilder und störende Reflexionen von außen werden hierbei reduziert, wobei gleichzeitig die Wärmereflektionseigenschaften der Schichten mit geringer Emissivität gegeben sind.

In der Fig. 15 ist der Reflexionsgrad einer vierfachen Beschichtung dargestellt, wobei lediglich der sichtbare Bereich der Lichtwellen von 400 nm bis 800 nm betrachtet ist.

Als Substrat-Material wird z. B. die Glassorte BK7 gewählt, auf der sich folgende Schichten befinden:

Schicht-Nr.	Material	Opt. Dicke nm	Brechungsindex n	Absorpt.-Konst. k
1	SiO <sub>2</sub>	67,974	1,474	0
2	TiO <sub>2</sub>	15,54	2,659	0
3	Ag	10	0,07	1,93
4	TiO <sub>2</sub>	24,844	2,659	0

65 Die in der obigen Tabelle angegebenen Brechungsindizes bzw. Absorptions-Konstanten beziehen sich auf eine Wellenlänge von 400 nm. Die n- und k-Werte sind selbstverständlich über den gesamten Bereich von 400 nm bis 2000 nm nicht konstant. Die Berechnungen der Kurven wurden mit den variablen Werten durchgeführt.

# DE 197 51 711 A 1

Im wichtigsten sichtbaren Bereich, d. h. zwischen 470 und 700 nm beträgt die Reflexion weniger als 1%.

In der Fig. 16 ist die Reflexionskurve der Fig. 15 mit der Reflexionskurve für die langen Wellenlängen (800 nm bis 2400 nm) zusammen dargestellt.

Eine Darstellung der Transmission für den Gesamtbereich 400 nm bis 2400 nm zeigt die Fig. 17.

In den Fig. 18 bis 20 sind die Reflexion und die Transmission einer weiteren 4-fach-Beschichtung dargestellt, die aus folgenden Schichten besteht:

Schicht-Nr.	Material	Opt. Dicke nm	Brechungsindex n	Absorpt.-Konst. k
1	SiO <sub>2</sub>	49,985	1,474	0
2	SnO <sub>2</sub>	26,709	2	0
3	Ag	10	0,07	1,93
4	TiO <sub>2</sub>	15,614	2,659	0

10

15

Für die oben dargestellte Tabelle gilt wieder, daß sich n und k auf eine Wellenlänge von 400 nm beziehen.

Während die Fig. 18 den Transmissionsgrad für den Bereich 400 bis 2400 nm zeigt und die Fig. 19 den Reflexionsgrad für den gleichen Bereich darstellt, ist in Fig. 20 der Bereich 400 nm bis 800 nm vergrößert dargestellt.

In den Fig. 21 bis 23 sind die Reflexion und die Transmission einer 6-fach-Beschichtung dargestellt, die aus folgenden Schichten besteht:

Schicht-Nr.	Material	Opt. Dicke nm	Brechungsindex n	Absorpt.-Konst. k
1	SiO <sub>2</sub>	50,092	1,474	0
2	SiO <sub>2</sub>	19,08	2	0
3	Ag	10	0,07	1,93
4	SnO <sub>2</sub>	83,99	2	0
5	Ag	10	0,07	1,93
6	TiO <sub>2</sub>	24,722	2,659	0

25

30

35

Während die Fig. 21 den Reflexionsgrad für den Bereich 400 bis 2400 nm Licht-Wellenlänge zeigt und die Fig. 22 den Transmissionsgrad für den gleichen Bereich darstellt, ist in Fig. 23 der Bereich 400 nm bis 800 nm für den Reflexionsgrad vergrößert dargestellt.

In den Fig. 24 bis 26 sind die Reflexion und die Transmission einer weiteren 6-fach-Beschichtung dargestellt, die aus folgenden Schichten besteht:

40

Schicht-Nr.	Material	Opt. Dicke nm	Brechungsindex n	Absorpt.-Konst. k
1	SiO <sub>2</sub>	42,055	1,474	0
2	SnO <sub>2</sub>	26,403	2	0
3	Ag	10	0,07	1,93
4	TiO <sub>2</sub>	55,805	2,659	0
5	Ag	10	0,07	1,93
6	TiO <sub>2</sub>	28,435	2,659	0

45

50

55

Während die Fig. 24 den Transmissionsgrad für den Bereich 400 bis 2400 nm Licht-Wellenlänge zeigt und die Fig. 25 den Reflexionsgrad für den gleichen Bereich darstellt, ist in Fig. 26 der Bereich 400 nm bis 800 nm vergrößert dargestellt.

60

## Patentansprüche

### 1. Beschichtung, gekennzeichnet durch

- 1.1 ein Substrat mit einem Brechungsindex zwischen 1,50 und 1,55;
- 1.2 eine erste Schicht, die einen Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7 besitzt und auf dem Substrat aufgebracht ist;
- 1.3 eine zweite Schicht, die aus Silber (Ag) besteht und die auf der ersten Schicht aufgebracht ist;
- 1.4 eine dritte Schicht, die einen Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7 besitzt und die auf der Silberschicht aufgebracht ist.

65

# DE 197 51 711 A 1

2. Beschichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 36 nm aufweist, die zweite Schicht Silber ist und eine Dicke von 10 nm aufweist und die dritte Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 34 nm aufweist.
3. Beschichtung, gekennzeichnet durch
- 5      3.1 ein Substrat mit einem Brechungsindex zwischen 1,50 und 1,55;
  - 3.2 eine erste Schicht, die einen Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7 besitzt und die auf dem Substrat aufgebracht ist;
  - 3.3 eine zweite Schicht, die aus Silber (Ag) besteht und die auf der ersten Schicht aufgebracht ist;
  - 3.4 eine dritte Schicht, die einen Brechungsindex zwischen 1,9 und 2,1 hat und die auf der zweiten Schicht aufgebracht ist.
4. Beschichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht eine Dicke von 34 nm, die zweite Schicht eine Dicke von 10 nm und die dritte Schicht eine Dicke von 44 nm hat.
5. Beschichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine vierte Schicht aus  $\text{SiO}_2$  vorgesehen ist, die auf der dritten Schicht ( $\text{SnO}_2$ ) angeordnet ist.
- 15     6. Beschichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht eine Dicke von 27 nm, die zweite Schicht eine Dicke von 10 nm, die dritte Schicht eine Dicke von 47 nm und die vierte Schicht eine Dicke von 16 nm hat.
- 20     7. Beschichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht ( $\text{TiO}_2$ ) eine Dicke von 30 nm, die zweite Schicht (Ag) eine Dicke von 15 nm, die dritte Schicht ( $\text{TiO}_2$ ) eine Dicke von 27 nm und die vierte Schicht ( $\text{SiO}_2$ ) eine Dicke von 16 nm aufweist.
- 25     8. Beschichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der vierten Schicht aus  $\text{SiO}_2$  und der dritten Schicht aus  $\text{TiO}_2$  eine weitere Schicht aus Silber (Ag) vorgesehen ist.
9. Beschichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht ( $\text{TiO}_2$ ) eine Dicke von 28 nm, die zweite Schicht (Ag) eine Dicke von 10 nm, die dritte Schicht ( $\text{TiO}_2$ ) eine Dicke von 59 nm, die vierte Schicht (Ag) eine Dicke von 10 nm, die nächste Schicht ( $\text{SnO}_2$ ) eine Dicke von 43 nm und die letzte Schicht ( $\text{SiO}_2$ ) eine Dicke von 12 nm aufweist.
- 30     10. Beschichtung, gekennzeichnet durch
- 10.1 ein Substrat mit einem Brechungsindex zwischen 1,50 und 1,55;
  - 10.2 eine erste Schicht mit einem Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7;
- 35     10.3 eine zweite Schicht aus Silber (Ag), die auf der ersten Schicht aufgebracht ist;
- 10.4 eine dritte Schicht mit einem Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7, die auf der zweiten Schicht aufgebracht ist;
- 10.5 eine vierte Schicht (Ag), die auf der dritten Schicht aufgebracht ist;
- 10.6 eine fünfte Schicht mit einem Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7, die auf der vierten Schicht aufgebracht ist;
- 10.7 eine sechste Schicht (Ag), die auf der fünften Schicht aufgebracht ist;
- 10.8 eine siebte Schicht mit einem Brechungsindex zwischen 2,4 und 2,7, die auf der sechsten Schicht aufgebracht ist;
- 10.9 eine achte Schicht ( $\text{SiO}_2$ ), die auf der siebten Schicht aufgebracht ist.
- 40     11. Beschichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 34 nm aufweist, die zweite Schicht Silber ist und eine Dicke von 10 nm aufweist, die dritte Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 62 nm aufweist, die vierte Schicht Silber ist und eine Dicke von 10 nm aufweist, die fünfte Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 56 nm aufweist, die sechste Schicht Silber ist und eine Dicke von 10 nm aufweist, die siebte Schicht  $\text{TiO}_2$  ist und eine Dicke von 15 nm aufweist und die achte Schicht  $\text{SiO}_2$  ist und eine Dicke von 64 nm aufweist.
- 45     12. Beschichtung nach den Ansprüchen 1, 3 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat Glas oder Kunststoff ist.
13. Beschichtung nach den Ansprüchen 1, 3 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht aus  $\text{ZnS}$  besteht.
- 50     14. Beschichtung nach den Ansprüchen 1, 3 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat Glas ist.
15. Beschichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle von  $\text{SnO}_2$  die Schichtmaterialien  $\text{ZrO}_2$  oder  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  verwendet werden.
16. Beschichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß statt  $\text{SiO}_2$  eine Schicht aus  $\text{MgF}_2$  verwendet wird.

55     Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

60

65

**- Leerseite -**

Fig. 1

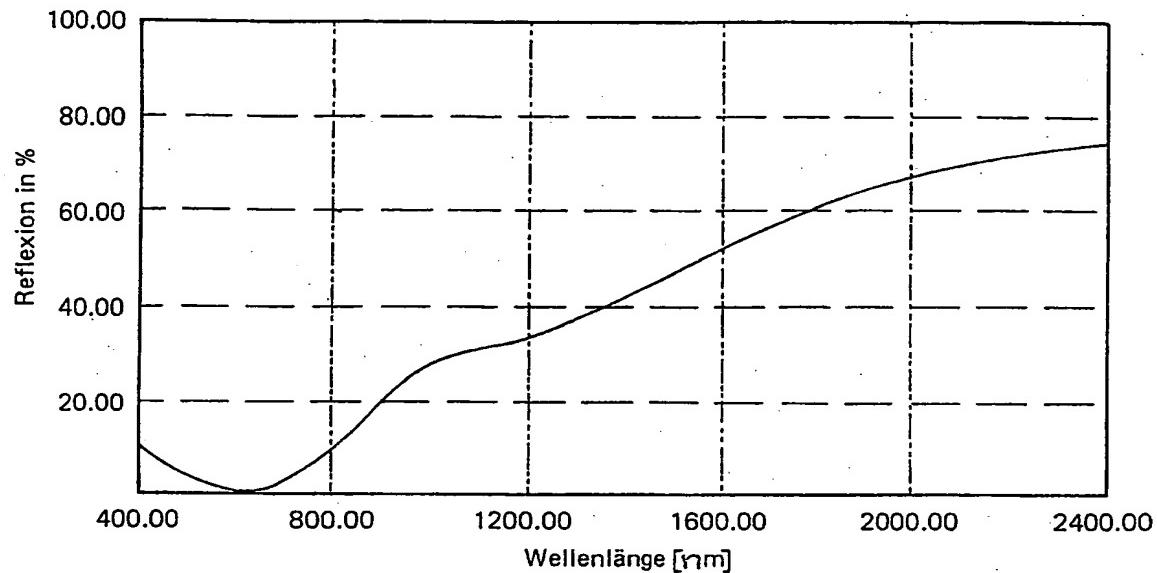


Fig. 2

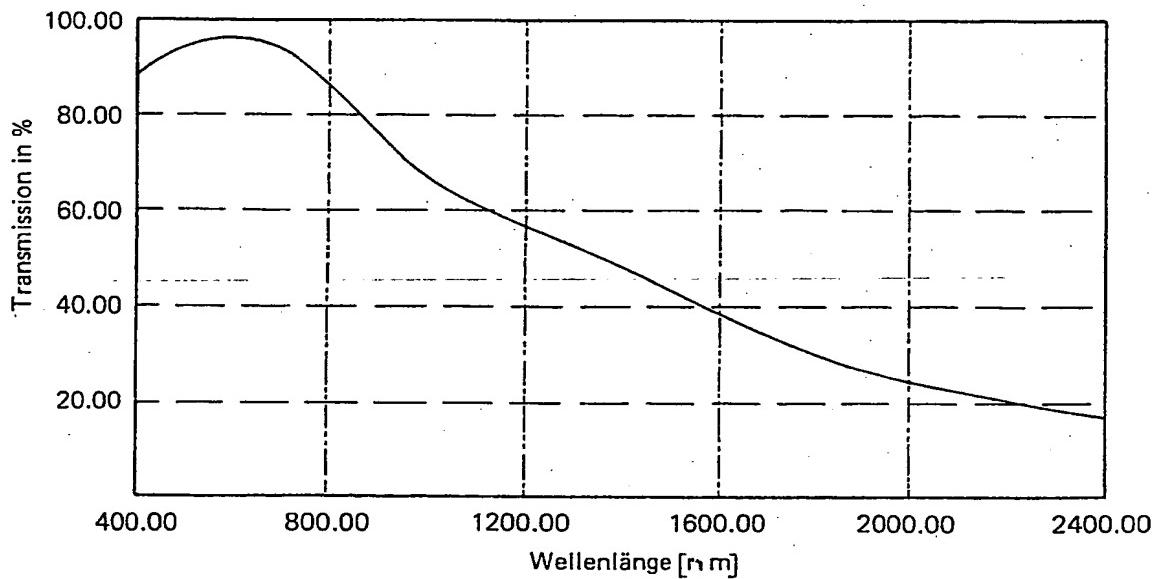


Fig. 3

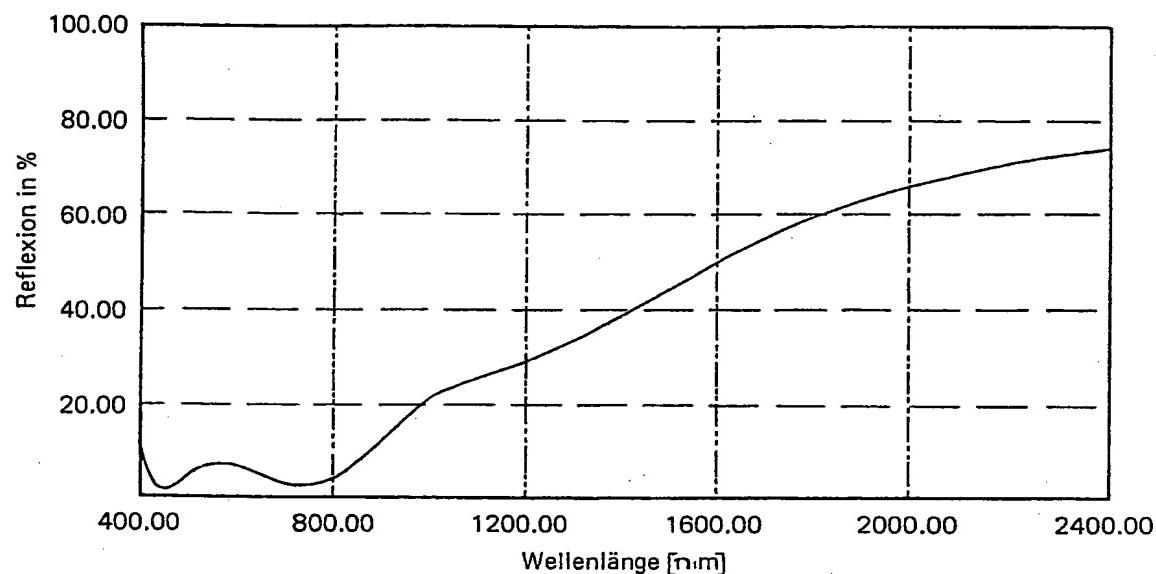


Fig. 4

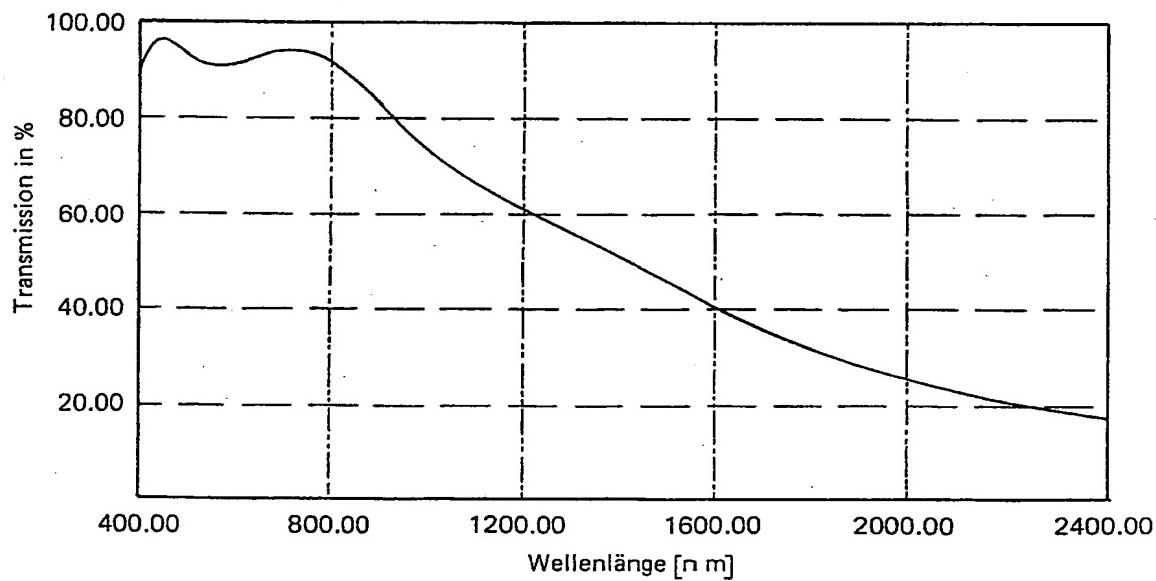


Fig. 5

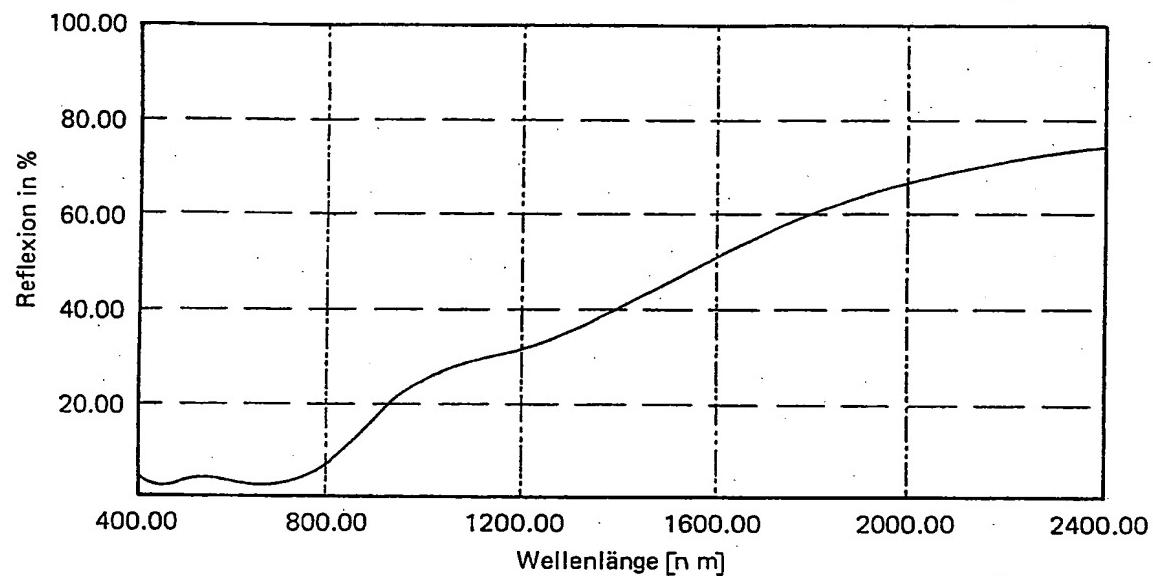


Fig. 6

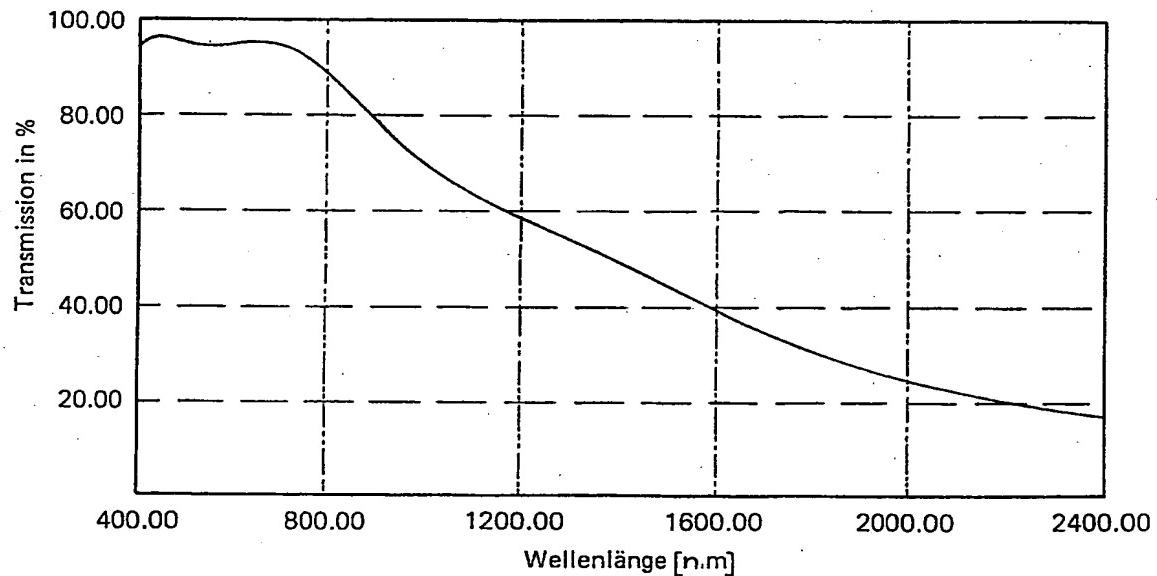


Fig. 7

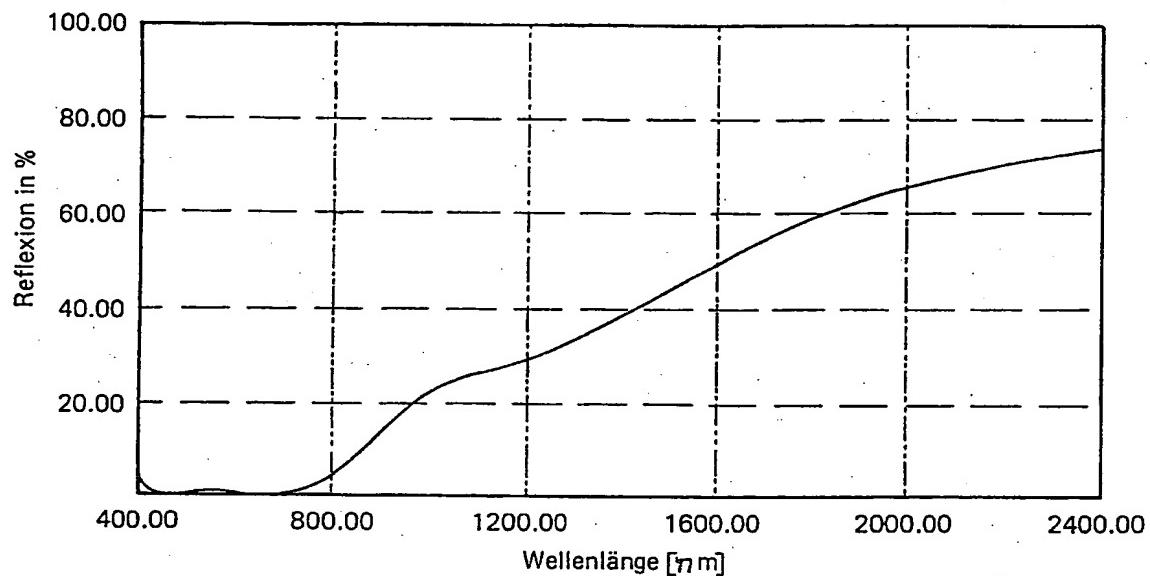


Fig. 8

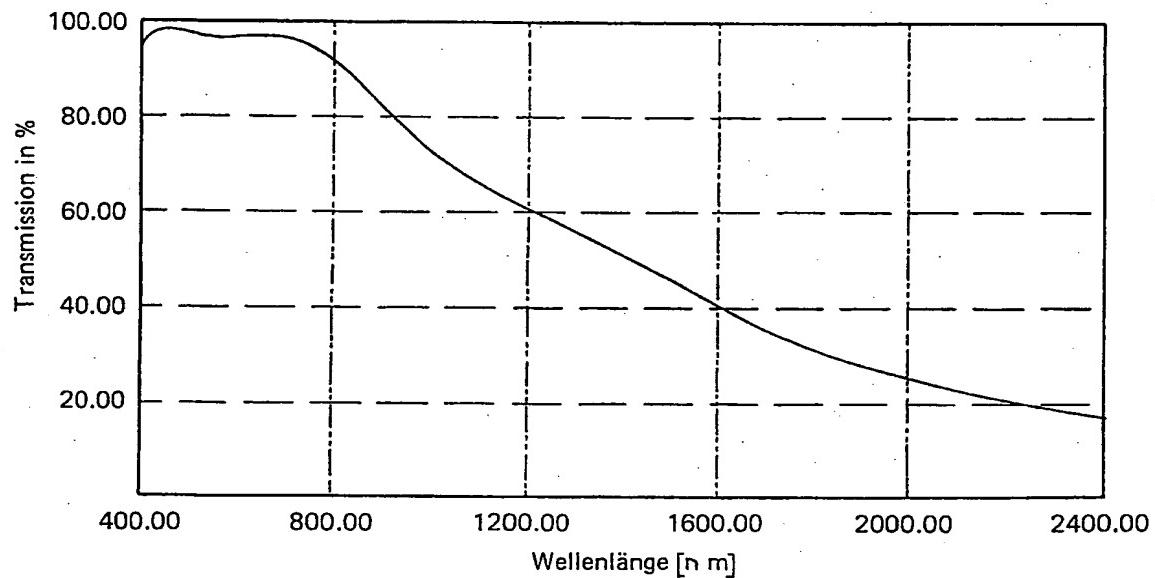


Fig. 9

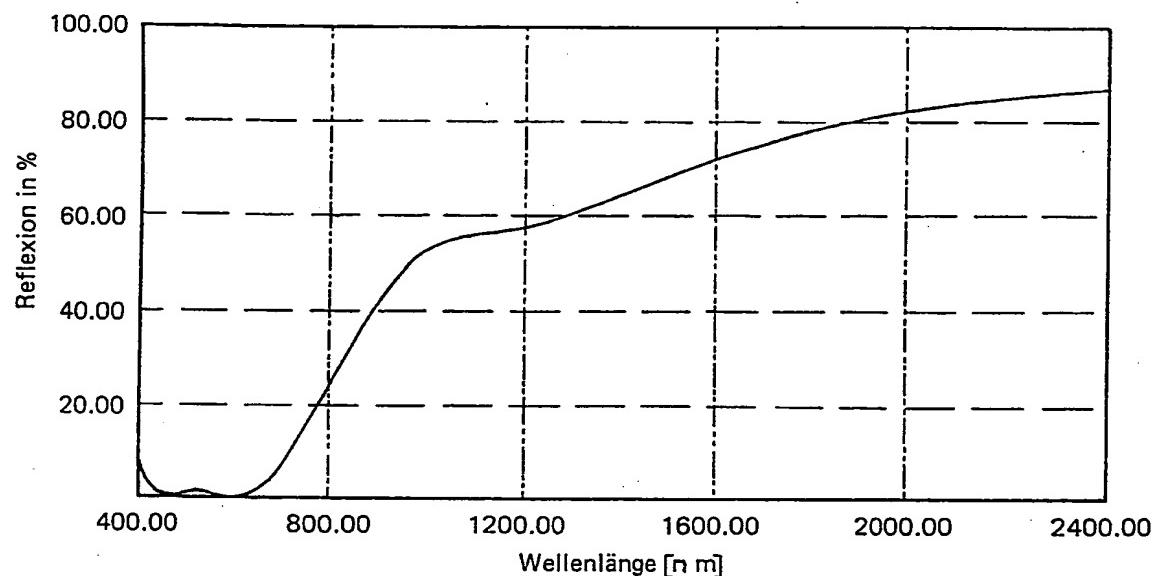


Fig. 10

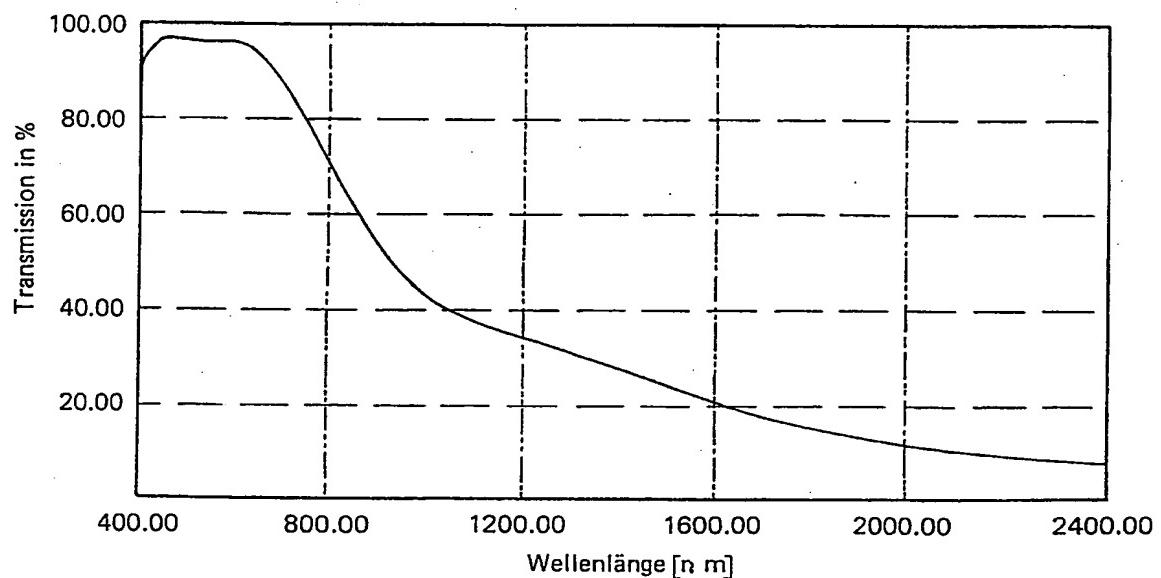


Fig. 11

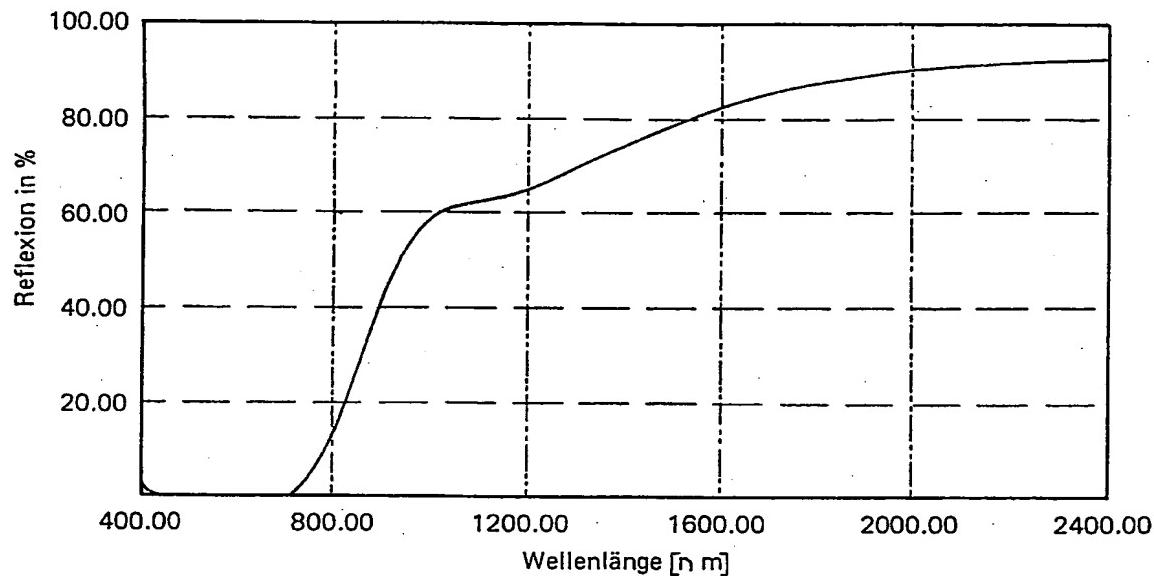


Fig. 12

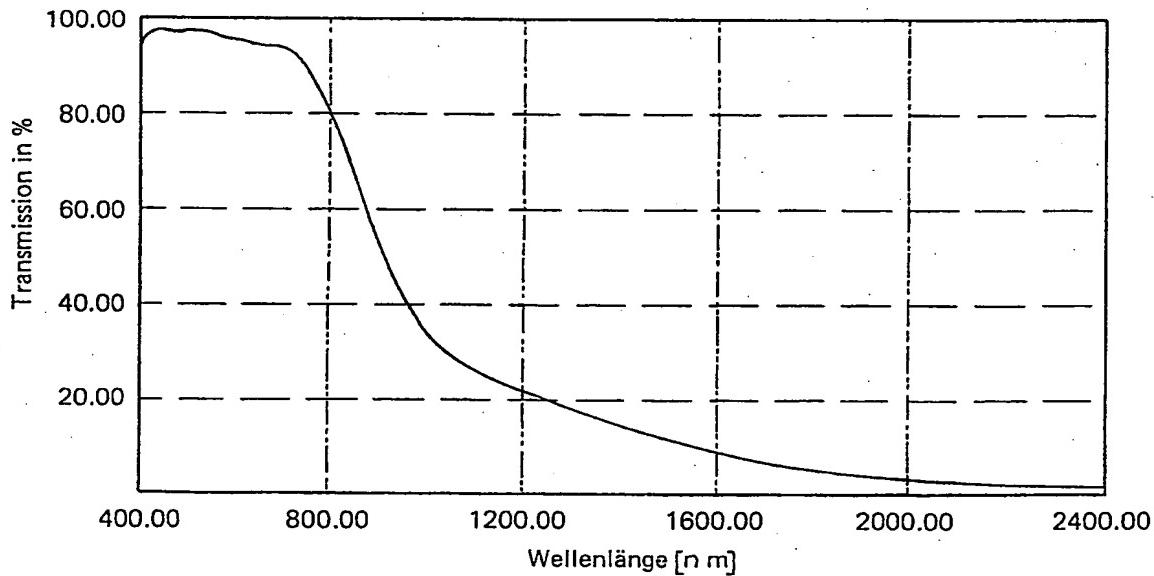


Fig. 13

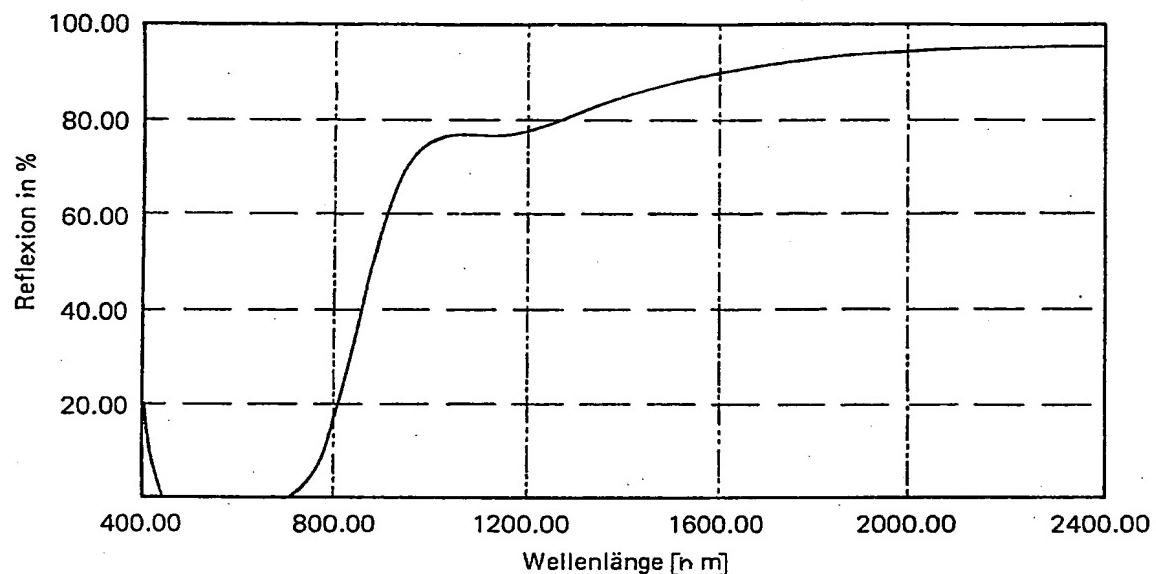


Fig. 14

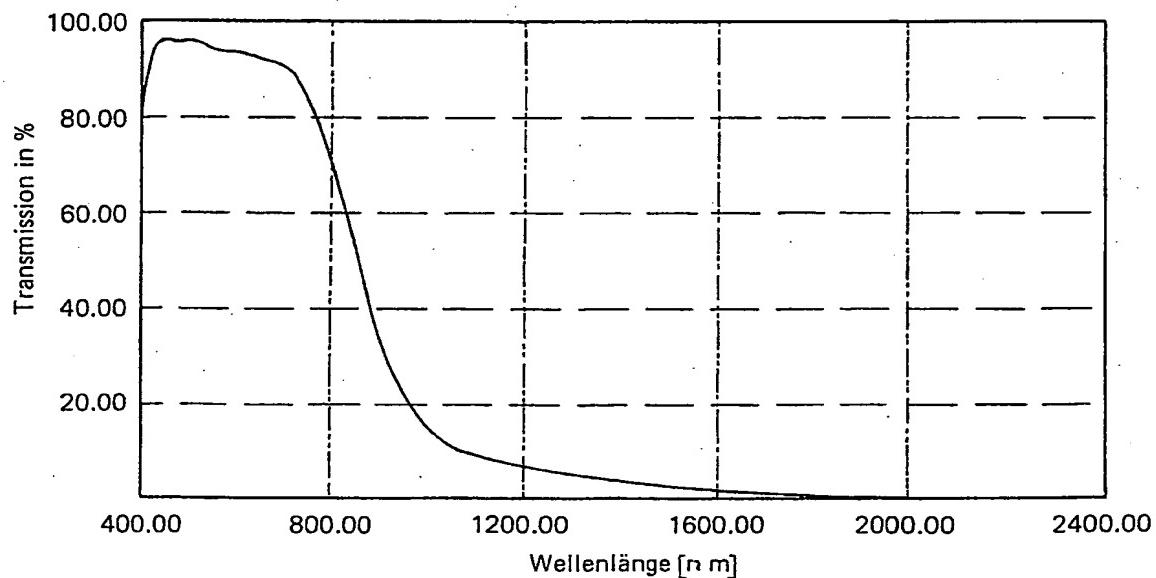


Fig. 15

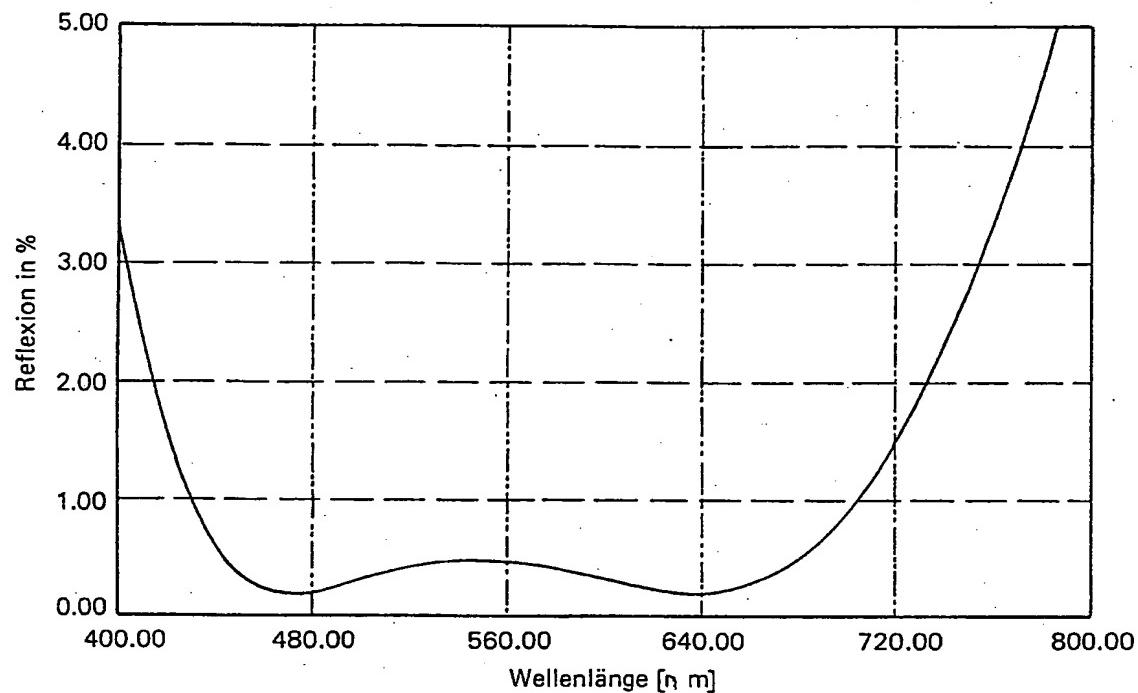


Fig. 16

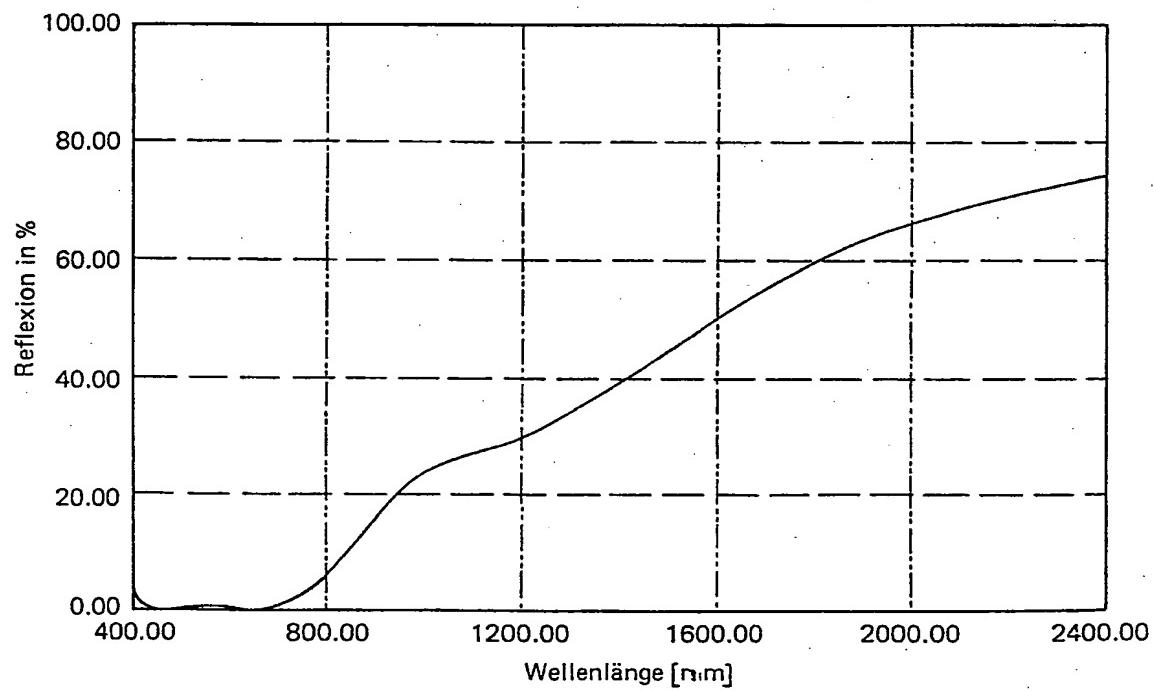


Fig. 17

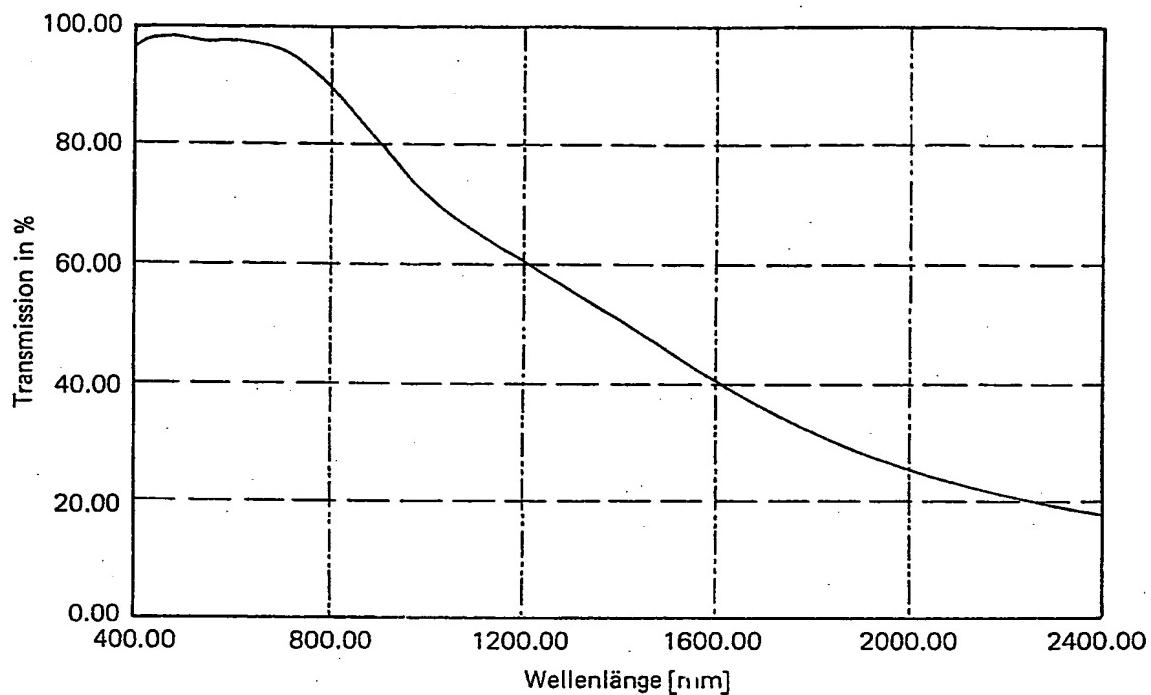


Fig. 18

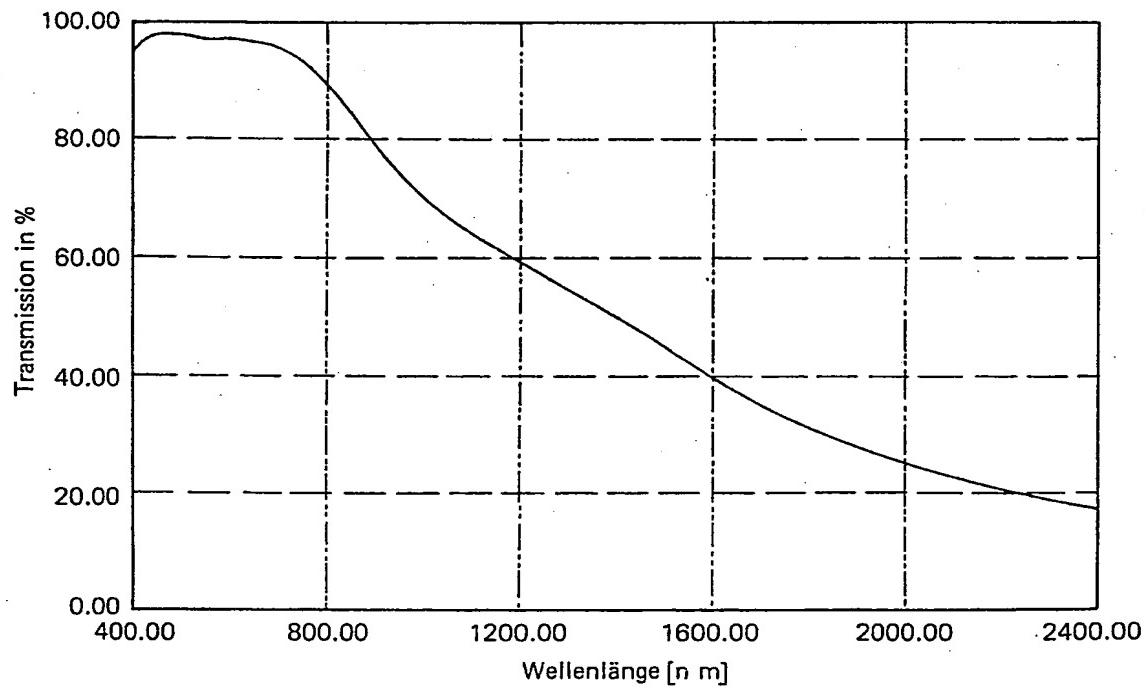


Fig. 19

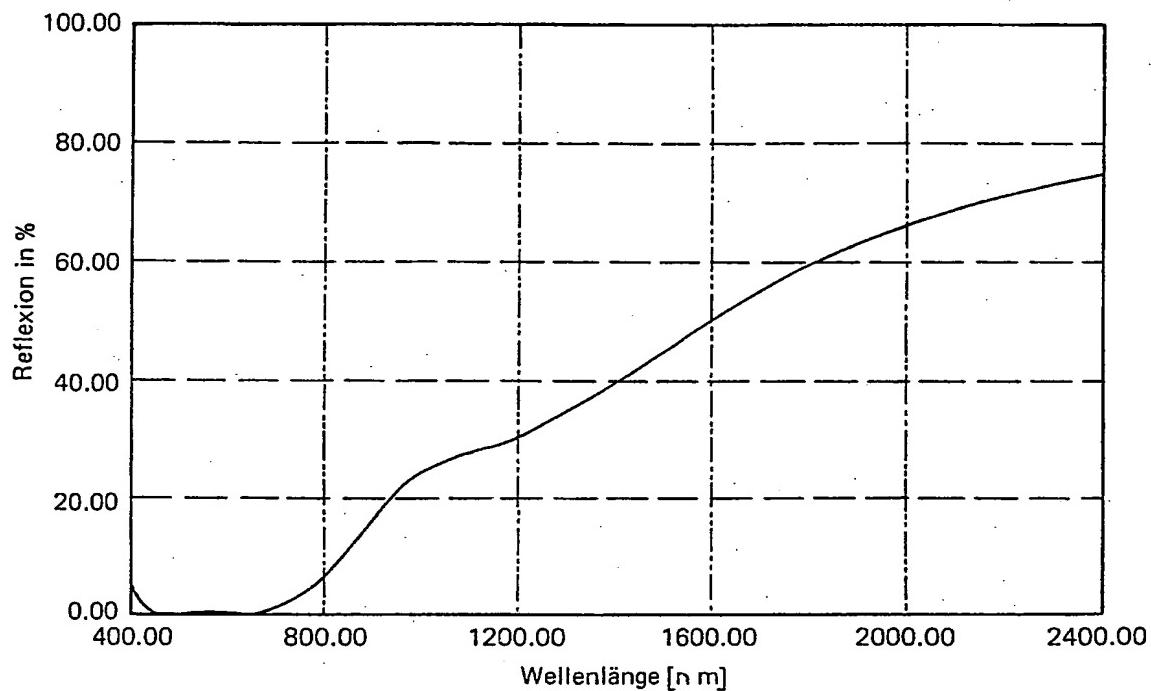


Fig. 20

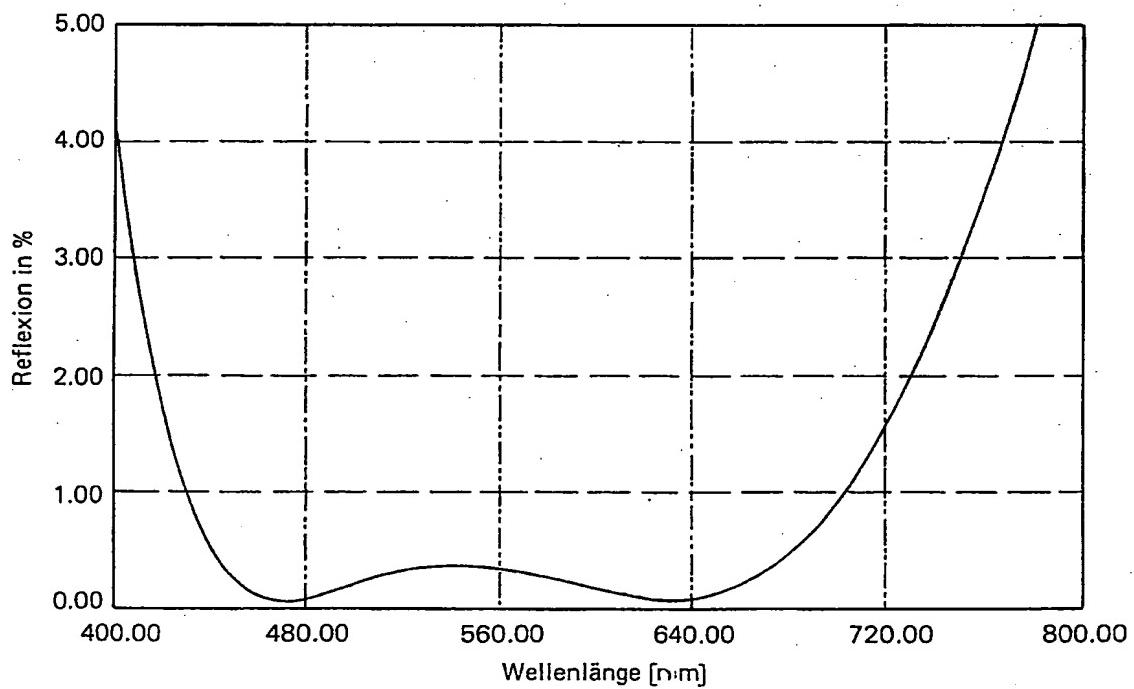


Fig. 21

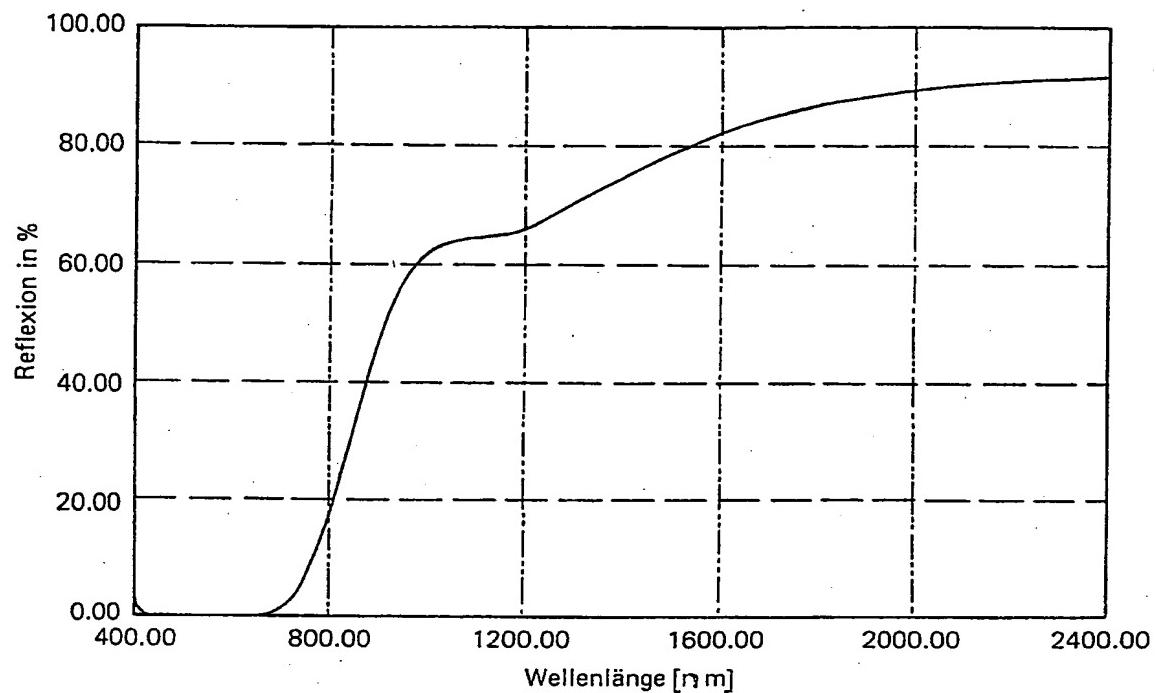


Fig. 22

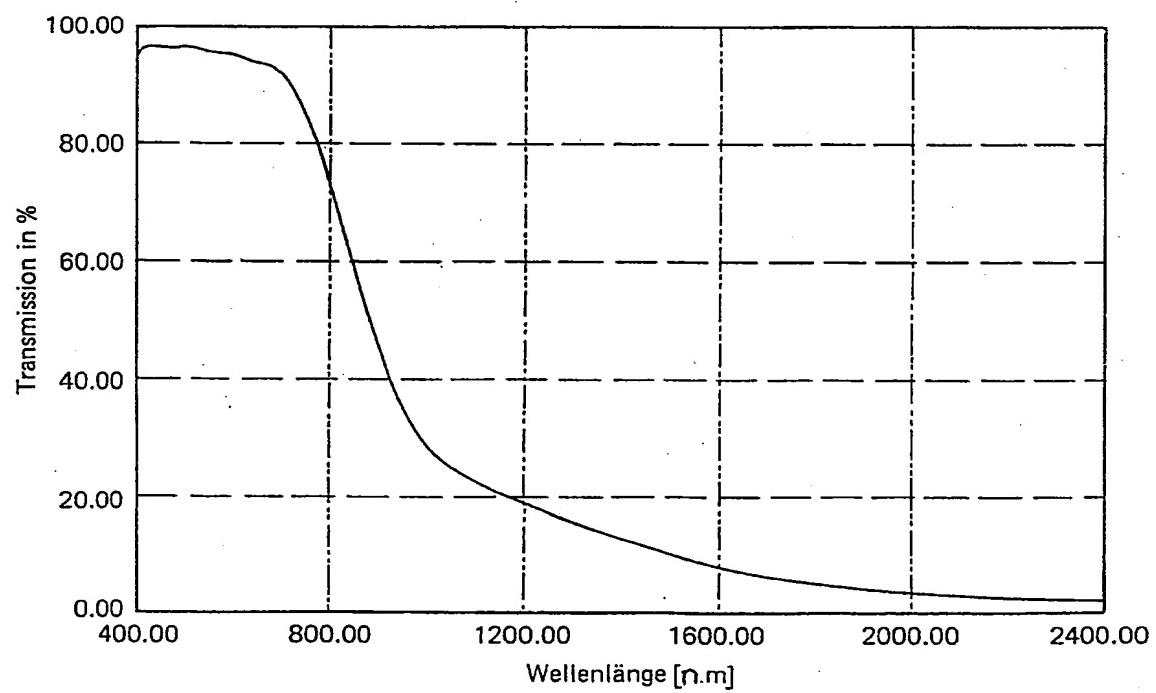


Fig. 23

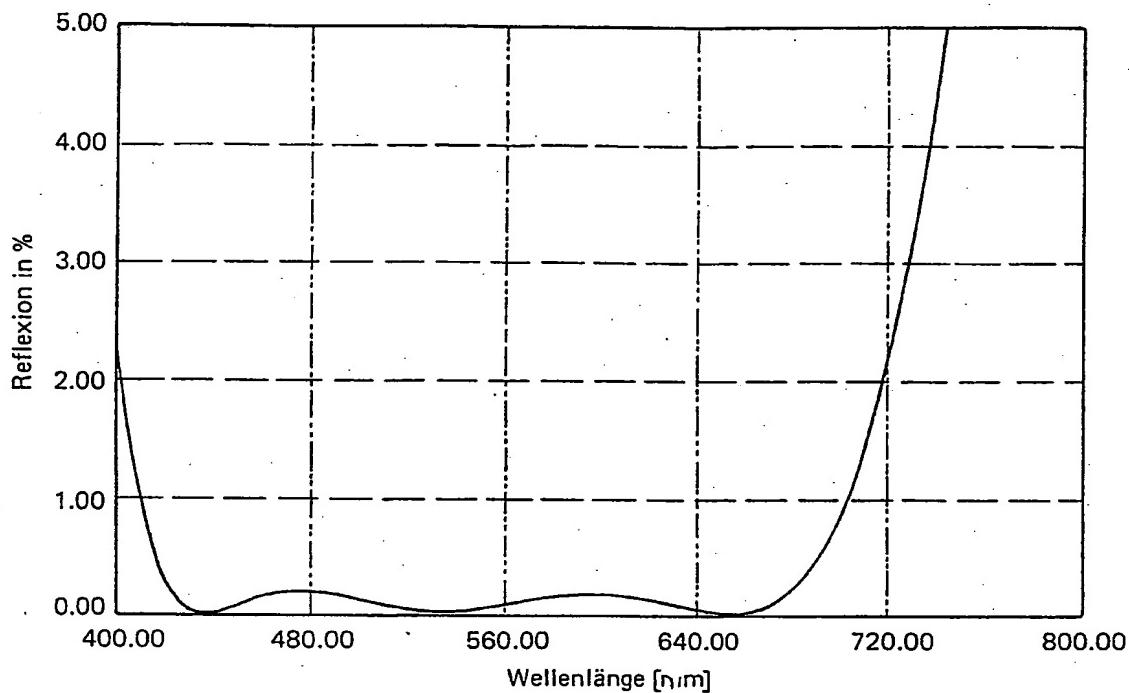


Fig. 24

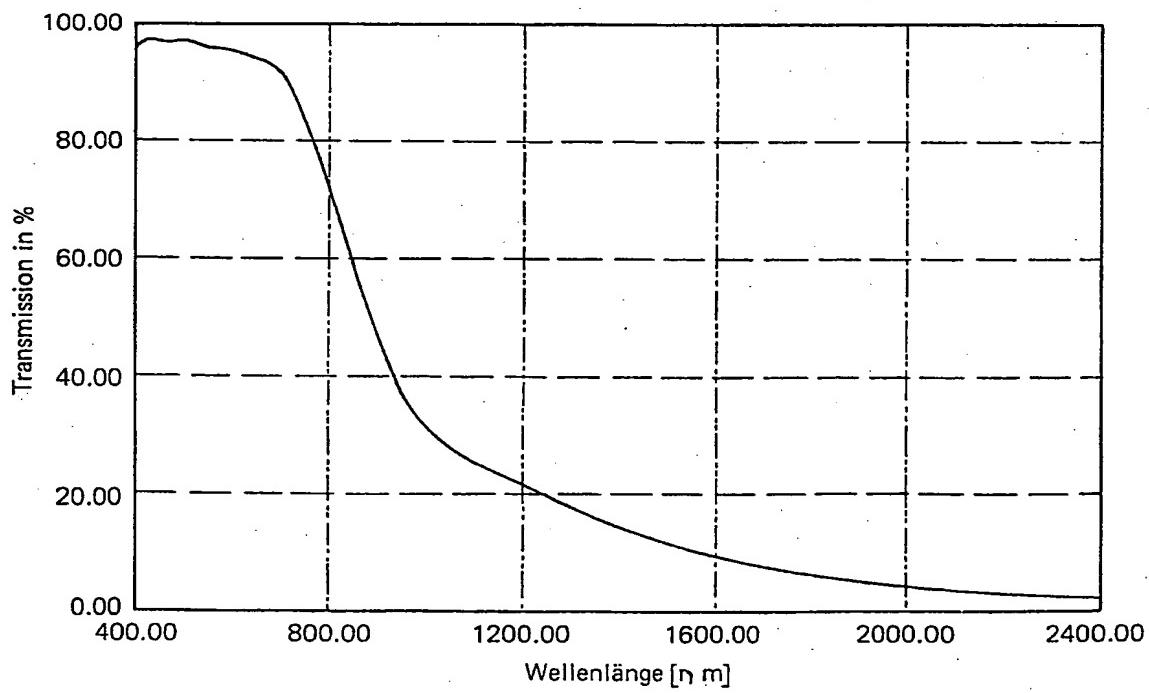


Fig. 25

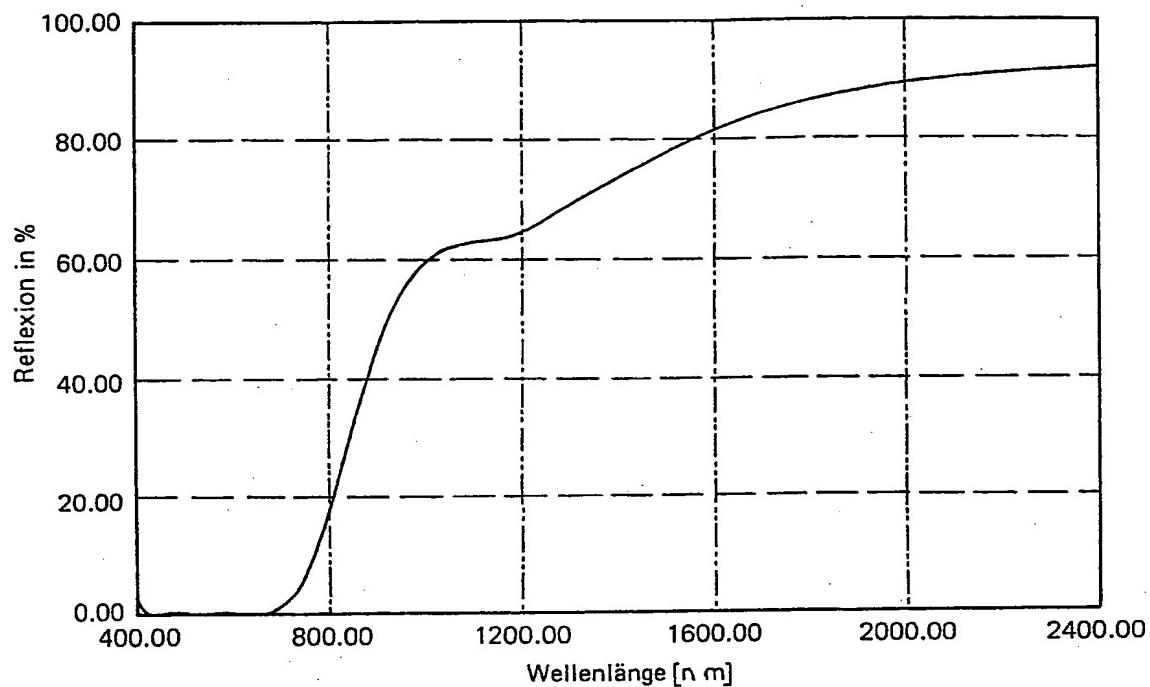


Fig. 26

